Hoofdstuk 2

Orderpikker als handelsreiziger in magazijn

Om de loopafstand van de orderpikkers te beperken, worden de binnenkomende orders in distributiecentra door algoritmen slim geclusterd. Wiskundig adviesbureau CQM wil weten wat er gebeurt wanneer het magazijn verandert, bijvoorbeeld als er gangen bijkomen. Is het mogelijk om te voorspellen hoe het algoritme dan presteert, zonder de nieuwe opzet in detail uit te werken?

"Wij zijn consultants in kwantitatieve methoden", zo vertelt partner Jan van Doremalen van CQM. Het Eindhovense bedrijf helpt bedrijven bij het optimaliseren van hun planning en logistiek. Het heeft 40 mensen in dienst, waarvan een groot deel wiskundigen. Aan wiskundekennis geen gebrek dus. Toch deed CQM graag mee aan de Studiegroep Wiskunde met de Industrie. Van Doremalen: "We konden zo een vraag onderzoeken, die anders in de dagelijkse drukte bleef liggen. Daarnaast vinden wij goed contact met de universiteiten belangrijk." Dus presenteerde Van Doremalen op de eerste dag van de week zijn vraag. Die ging over het analyseren van algoritmen, die in grote magazijnen worden ingezet om binnengekomen orders slim te clusteren.

In zijn presentatie schetste Van Doremalen het dagelijks leven in het distributiecentrum van één van zijn klanten. In een groot magazijn komen voortdurend orders binnen, duizenden per dag. Die orders worden door orderpikkers opgehaald. Grote orders worden opgesplitst, zodat de orderpikkers niet het hele magazijn door hoeven, maar ieder een eigen stuk van het magazijn bedienen. Het afhandelen van orders gebeurt er niet op volgorde van binnenkomst: dat zou onverstandig zijn. Door orders slim te groeperen, hoeven de orderpikkers minder meters te maken.

Ieder bedrijf met een groot magazijn heeft zijn eigen methodiek om orders te clusteren, aangepast op de kenmerken van zijn magazijn en zijn producten. Dat heet een

Figuur 2.1: Distributiecentrum (niet dat van de klant van CQM) Foto: Wikipedia

batching algoritme. In dat algoritme spelen allerlei parameters een rol: het aantal gangen, de indeling van de schappen, de tijd die het mag duren voor een order afgehandeld is, en nog tal van factoren. De meeste bedrijven gebruiken een heuristisch optimalisatiemodel. “Dat is een model dat misschien niet perfect is, maar wel lekker snel door te rekenen is”, vertelt Stella Kapodistria, wiskundige aan de Technische Universiteit Eindhoven. Zij werkte tijdens de Studiegroep Wiskunde met de Industrie aan de vraag van CQM.

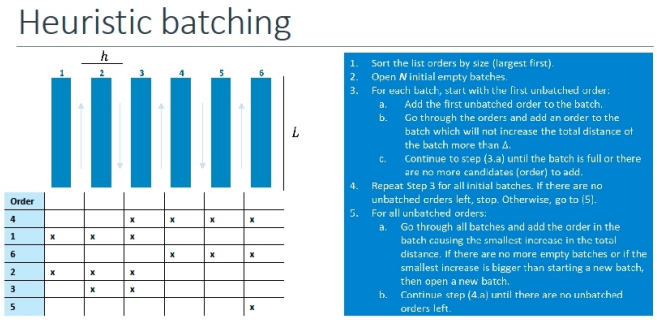
De vraag van CQM was níet om het beste ordersorteersysteem te ontwerpen. De vraag van CQM was algemener: wanneer je een aantal bestaande batching algoritmen hebt, kun je dan vooraf zeggen hoe goed die algoritmen zullen presteren in een nieuwe omgeving? Bijvoorbeeld wanneer het magazijn wordt uitgebreid of veranderd? CQM vroeg de wiskundigen om daarin een aantal factoren mee te nemen, zoals de indeling van het magazijn, het aantal orders per dag en het maximaal aantal orders in één batch.

Kapodistria: “De vraag van CQM was eigenlijk om een metamodel te maken, waarmee kan worden beoordeeld wat het effect is van een wijziging in de parameters van het batching algoritme.” CQM leverde data aan om mee te werken; een indeling van een magazijn, de orders die daar binnenkwamen en de manier waarop het batching algoritme van het bedrijf die orders had gesorteerd. ”We kregen dus niet het batching algoritme zelf, maar de input en de uitkomst ervan”, legt Kapodistria uit. ”Dat was ook alles wat we nodig hadden - het batching algoritme zelf behandelden we als een zwarte doos.”

De wiskundigen splitsten het werk in drie delen op. Eén deel ging aan de slag om een eigen heuristisch batchingmodel te maken. Kapodistria: “Dat wilden we graag hebben, om gevoel te krijgen voor wat zo’n algoritme doet, en om de uitkomsten van het metamodel te testen.” De groep had eerst gedacht online wel een geschikt heuristisch batching algoritme te kunnen vinden, maar dat viel tegen. ”Geen bedrijf loopt te koop met zijn algoritme”, vertelt Kapodistria. “Online kwamen we niet verder. Toen hebben we dus besloten er zelf een te schrijven, dat het trouwens nog verrassend goed bleek te doen.”

Een tweede deel van de groep ging aan de slag met het bepalen van het optimale batching algoritme voor het magazijn uit het voorbeeld van CQM. Kapodistria. “Het is mogelijk om het optimale batching algoritme te bepalen. Dat is wiskundige gezien eenvoudig, maar de optimale methode kost veel meer rekenkracht dan de heuristische.” Een deel van de groep was tijdens de week aan het sleutelen aan het optimale algoritme. Kapodistria: “Zij bedachten manieren om de rekentijd te verkorten.”

Nu had de groep dus het zelfgeschreven heuristisch batching algoritme om mee te werken, en een optimaal algoritme. “We konden dus op twee manieren zelf sorteringen maken, waarvan we precies wisten hoe ze tot stand kwamen.”



Figuur 2.2: Voorbeeld van een sortering de orders voor een magazijn met vijf gangen met eenrichtingsverkeer. De sortering is gemaakt met een heuristisch batching algoritme.

Het derde deel boog zich over de vraag die CQM had gesteld: is het te voorspellen of een bestaand batching algoritme het ook goed zal doen in een nieuwe situatie? Kapodistria vertelt dat de wiskundigen in de groep precies de juiste ervaring in huis hadden om dit probleem van het metamodel aan te pakken. “De vraag was voornamelijk algoritmisch van aard, wij hadden veel mensen uit de stochastiek in onze groep.” Op het eerste oog lijkt dat een mismatch. Maar deze stochastici waren juist gewend om met hun technieken algoritmische problemen aan te pakken. ”Dat maakte onze aanpak ook zo anders”, legt Kapodistria uit.

Kapodistria vertelt dat ze de vraag van CQM vanuit wiskundig oogpunt zeer aantrekkelijk vond: “Op een overstijgende manier naar batching algoritmen kijken, dat vond

ik een verrassend en nieuw idee." Over de uitkomsten is ze ook te spreken: "We gaan dit verder uitwerken tot een wetenschappelijk publicatie."

De groep sloeg niet aan het rekenen met de individuele orders, maar gebruikte de orders om een kansverdeling te bepalen van de kans, dat een gang wordt bezocht voor een order. "De verdeling van de orders is immers een gegeven, die staat vast", verklaart Kapodistria. Op basis daarvan kan een verwachte reisafstand worden bepaald. De vraag is vervolgens, hoe die verwachte reisafstand bijvoorbeeld verandert als er in het magazijn gangen bijkomen. De opgestelde kansverdeling kan nu worden doorgetrokken naar deze nieuwe indeling, en zo kan er een nieuwe, verwachte reisafstand worden bepaald.

Een tweede aanpak is gebaseerd op het bekende handelsreizigersprobleem, waarbij een koopman de kortste route moet vinden om meerdere steden te bezoeken. Met nu de orderpikkers als handelsreizigers, en de te bezoeken gangen als steden. Ook nu gingen de wiskundigen uit van een gegeven kansverdeling voor de orders. "Als maat namen we de reisafstand per batch: wat is de te verwachte afstand die orderpikkers afleggen om alle orders in de batch te pikken, gedeeld door het aantal orders. Zo krijg je een gemiddelde reisafstand per order." Door niet naar individuele orders te kijken, maar naar de gemiddeld af te leggen afstand, had de groep een eenvoudige maat bedacht om de batching algoritme mee te analyseren.

Nu werd het eenvoudig om het effect te bepalen van het toevoegen van een extra gang, of het maken van een andere indeling. Kapodistria: "Je kijkt hoeveel de gemiddelde orderafstand verandert. Zo zijn batching algoritmen onderling goed te vergelijken."

"Het voelt misschien raar dat je niets over het batching algoritme zelf hoeft te weten. We hebben genoeg aan de orders en de manier waarop het batching algoritme die orders groepeert. Alle informatie die je nodig hebt, zit in die groepering", voegt Kapodistria toe. "Het fijne van werken met wiskundigen is dat ze heel snel de situatie snappen. De groep maakte een scherpe probleemanalyse, waardoor we die week goed aan de slag konden", aldus Van Doremalen. Samen met twee collega's was hij een deel van de week aanwezig bij de Studiegroep. Over de samenwerking en de resultaten is hij tevreden. "Dit is een uitstekend startpunt voor ons, vooral die aanpak als handelreizigersdilemma vind ik origineel." Hij waardeerde vooral ook de diversiteit in de groep wiskundigen: "Je zag dat al die mensen vanuit verschillende achtergronden een bijdrage aan het probleem leveren. Dat werkte goed."

Team CQM

Casper Beentjes (University of Oxford)[1], Denis Chainikov (Industrial University of Tyumen), Fiona Sloothaak (Technische Universiteit Eindhoven)[2], Frits Spieksma[2], Jelmer van der Gaast (Rijksuniversiteit Groningen), Matteo Croci[1], Sajjad Rahimi-Ghahroodi (Universiteit Twente), Stella Kapodistria[2]